

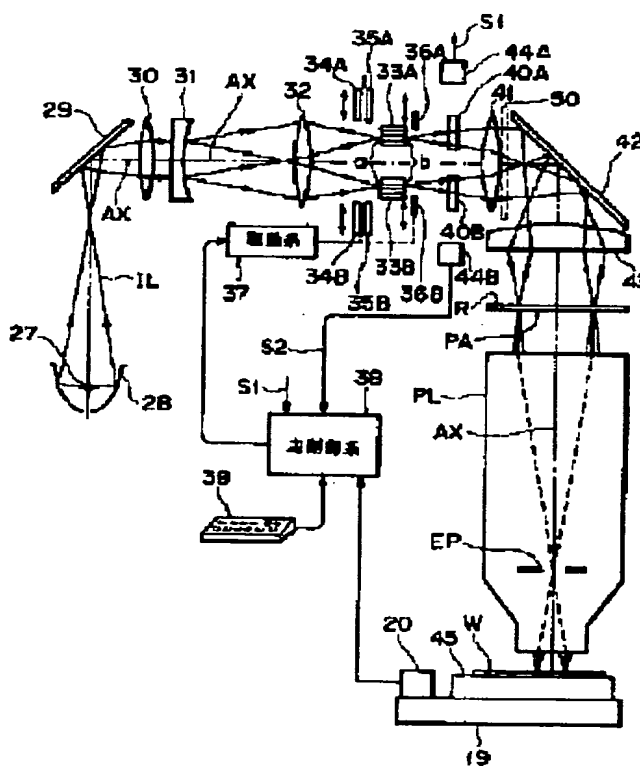
## EXPOSURE APPARATUS

Patent number: JP6020925  
 Publication date: 1994-01-28  
 Inventor: HAMAYA MASATO  
 Applicant: NIKON CORP  
 Classification:  
 - international: H01L21/027; G03F7/20  
 - european:  
 Application number: JP19920201896 19920706  
 Priority number(s):

## Abstract of JP6020925

**PURPOSE:** To monitor intensity of illumination light particularly in a modified exposure apparatus, with a relatively simple configuration without occupying a large space on a path of the illumination light.

**CONSTITUTION:** Light emitted from a light source 28 impinges on fly-eye lenses 33A and 33B. Light beams output from the fly-eye lenses 33A and 33B serving as secondary light sources are condensed by condenser lenses 41 and 43 so as to illuminate a reticle R with a uniform illuminance distribution. Fluorescence type integrators 40A and 40B are disposed adjacent to the respective fly-eye lenses 33A and 33B on the side of the reticle R. Intensities of the light beams output from the respective secondary light sources are separately monitored by using fluorescence beams emitted from the respective integrators 40A and 40B.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

Rest Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-20925

(43) 公開日 平成6年(1994)1月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	9122-2H	H 0 1 L 21/30	3 1 1 S
		7352-4M		3 0 1 G
		7352-4M		3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平4-201896

(22) 出願日 平成4年(1992)7月6日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 浜谷 正人

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

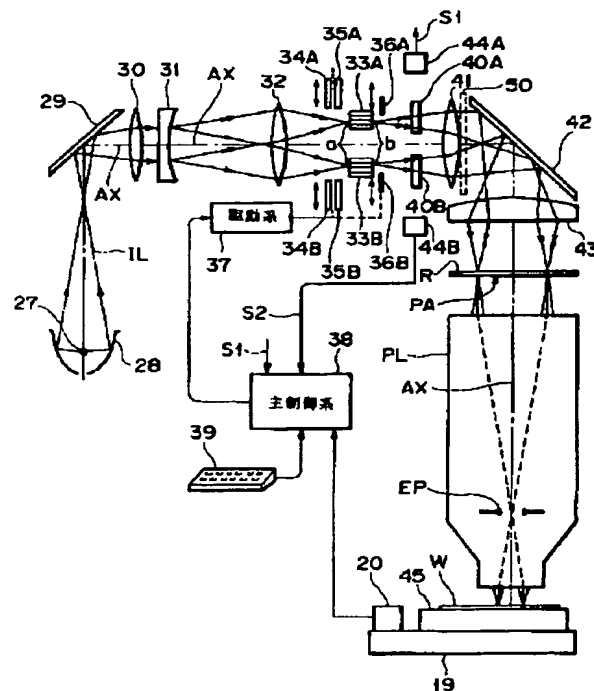
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【目的】 特に変形光源法の露光装置で、照明光の光路上で大きなスペースを占有することなく比較的簡単な構成でその照明光の強度をモニターする。

【構成】 光源28からの照明光をフライアイレンズ33A、33Bに照射し、フライアイレンズ33A、33Bの2次光源からの照明光をコンデンサーレンズ41、43により集光してレチクルRを均一な照度で照明する。各フライアイレンズ33A及び33Bのレチクル側に蛍光式インテグレータ40A及び40Bを配置し、これらから発生する蛍光により各2次光源からの照明光の強度を個別にモニターする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定のエネルギー線でマスクを均一に照明する照明光学系を有し、前記マスクのパターンを感光基板上に露光する露光装置において、

前記照明光学系中に配置され、前記エネルギー線を所定の透過率で透過させると共に、前記エネルギー線に応じた蛍光を発生する蛍光発生手段と、

前記発生された蛍光を光電変換する光電変換手段と、

該光電変換により得られた信号に基づいて前記感光基板に対する前記所定のエネルギー線の照射量を制御する制御手段とを有する事を特徴とする露光装置。

【請求項2】 照明光を発生する光源と、

前記照明光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段と、

前記複数の2次光源からの照明光によりマスクを均一に照明する集光光学系と、

前記照明光のもとで前記マスクのパターンの像を感光基板上に投影する投影光学系と、

前記複数の2次光源からの照明光の光路中に配置され、

それぞれ前記照明光を所定の透過率で透過させると共に、前記複数の2次光源の一つからの照明光に対応する蛍光を発生する複数の蛍光発生手段と、

前記発生された蛍光を光電変換する光電変換手段と、

該光電変換により得られた信号に基づいて前記感光基板に対する前記照明光の照射量を制御する制御手段とを有する事を特徴とする露光装置。

【請求項3】 前記複数の2次光源からの照明光の強度を個別に調整する強度調整手段を設け、該強度調整手段により、前記蛍光発生手段から発生された蛍光により検出された前記複数の2次光源のそれぞれからの個別の照明光の強度の比の値を所定の値に設定するようにした事を特徴とする請求項2記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば感光基板に対する露光量の制御機構を備えた露光装置に関し、特に所謂複数傾斜照明方式のように比較的複雑な照明光学系を備えた投影露光装置に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイス又は液晶表示素子等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、レチクルのパターンを直接に又は所定の割合で縮小してウエハに塗布された感光材に露光する露光装置が使用されている。一般にウエハに塗布された感光材には適正露光量が定められているので、従来の露光装置では、露光光の照明光学系中にビームスプリッターを配置して、このビームスプリッターにより分岐した露光光の光量をモニターすることにより、そのウエハ上での露光量をモニターしている。そして、そのウエハ上での露光量がその適正露光量に達したときにそのウエハの現在のショット領域へ

の露光を停止することにより、露光量制御が行われる。

【0003】 図4は従来の露光量制御機構を備えた投影露光装置を示し、この図4において、1はKrFエキシマレーザー光（波長：248nm）を発生するレーザー光源であり、このレーザー光源1の両端にプリースタ窓2及び3が取り付けられている。また、一方のプリースタ窓2の外側にエタロン4を介して反射鏡5が配置され、他方のプリースタ窓3の外側に半透過鏡6が配置されている。

【0004】 レーザー光源1の自然発振の波長の帯域幅を狭帯化するためにエタロン4が設けられている。なお、ここではエタロン4を示したが、グレイティング及びプリズム等で狭帯化してもよい。また、プリースタ窓2及び3は、特定の角度の偏光に対してほぼ無反射となるので、この偏光成分の光のみが反射鏡5と半透過鏡6との間で増幅される。その結果、レーザー光源1は直線偏光で発振し、ほぼ直線偏光のレーザービームLB0が半透過鏡6を介して外部に射出される。エキシマレーザー光はパルス発振されるレーザー光であり、レーザー光源1の発振状態及び射出されるレーザービームのパワーはレーザー電源7により制御される。

【0005】 半透過鏡6から射出されたレーザービームLB0は、レンズ8及び9よりなるビーム整形光学系により所望の断面形状の平行光束に整形され、そのビーム整形光学系から射出されたレーザービームLB1は、1/4波長板10によって直線偏光から円偏光に変換されて反射鏡11で反射された後にフライアイレンズ12に入射する。フライアイレンズ12の射出面には面状の2次光源が形成され、この面状の2次光源からのレーザー光が重疊的にビームスプリッター13に入射し、ビームスプリッター13を透過したレーザー光は、第1リレーレンズ14、レチクルブラインド15、第2リレーレンズ16、反射鏡17及び主コンデンサーレンズ18を経て均一な照度分布でレチクルRを照明する。レチクルブラインド15は、第2リレーレンズ16及び主コンデンサーレンズ18に関してレチクルRと共役であり、レチクルブラインド15によりレチクルR上の照明視野が設定される。

【0006】 そのレーザー光のもとでレチクルRのパターンが両側（又は片側）テレセントリックな投影光学系PLによってウエハW上に結像され、レチクルRのパターンがウエハW上に投影露光される。フライアイレンズ12の射出面（2次光源形成面）と投影光学系PLの瞳（入射瞳）面Epとは共役である。19はそのウエハWが載置されたウエハステージを示し、このウエハステージ19はウエハWを投影光学系PLの光軸に垂直な面内で位置決めするXYステージ及びウエハWを投影光学系PLの光軸方向に位置決めするZステージ等より構成されている。

【0007】 ウエハステージ19上のウエハWの近傍に

3

は光電変換素子よりなる照射量モニター20を配置する。照射量モニター20の受光面の高さはウエハWの表面の高さとほぼ一致するように設けられている。21は装置全体の動作を制御する主制御系を示し、照射量モニター20の光電変換信号は主制御系23に供給される。また、ウエハステージ19の上に移動鏡22を取り付け、この移動鏡22によりレーザー干渉計23からのレーザービームを反射することにより、レーザー干渉計23はウエハステージ19の座標を計測する。主制御系21はそのレーザー干渉計23で求められた座標等に基づいて駆動装置24を介してウエハステージ19の位置決めを行う。

【0008】一方、フライアイレンズ12の直後のビームスプリッター13で反射されたレーザー光は、集光レンズ25を介して光電変換素子よりなるインテグレートセンサ26の受光面に入射する。集光レンズ25により、インテグレートセンサ26の受光面は主光路の視野絞りとしてのレチクルブラインド15と共役の位置に配置されている。従って、インテグレートセンサ26の受光面はウエハWの露光面とも共役な面に配置されており、このインテグレートセンサ26の光電変換信号も主制御系21に供給されている。ウエハWに対する露光を行う際には、インテグレートセンサ26はレーザー光源1から射出されるパルスレーザービームのパワー（パルス光のピーク出力）に比例した光電変換信号を発生し、主制御系21がその光電変換信号を積算していくことにより、ウエハWに対する積算露光量をモニターすることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の投影露光装置においては、フライアイレンズ12から射出されたレーザー光の一部が主光路に斜めに配置されたビームスプリッター13で取り出され、この取り出されたレーザー光が集光レンズ25によりほぼ照明むらが無い状態にされてウエハWと共役な位置のインテグレートセンサ26に照射されている。しかしながら、主光路に斜めにビームスプリッター13を配置して、更に共役面を作るための集光レンズ25を配置するのでは、照明光学系が複雑化し、且つ大型化する不都合がある。

【0010】特に、近時はより投影光学系PLの解像度を高めるために、主光線が光軸に対して傾斜した複数の光束からなる露光光でレチクルを照明する所謂変形光源法（複数傾斜照明法）が提案されている。斯かる変形光源法の照明光学系は従来の通常の照明光学系に比べて複雑であり、更にインテグレートセンサ26用のビームスプリッター13を主光路に斜めに配置するのは、困難であるという不都合がある。

【0011】更に、図4のような投影露光装置では、インテグレートセンサ26用の光を分岐するためのビームスプリッター13の反射率が経時変化により微妙に変化

4

し、インテグレートセンサ26からの出力信号と実際にウエハW上に照射される光量との比例係数が変化して、ウエハWへの実際の露光量が正確にモニターできなくなる虞があった。

【0012】本発明は斯かる点に鑑み、感光性のあるエネルギー線のもとでマスクパターンを感光基板上に転写する露光装置において、そのエネルギー線の光路上で大きなスペースを占有することなく比較的簡単な構成でそのエネルギー線の強度をモニターできると共に、そのモニター量の経時変化が比較的少ないモニター機構を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の露光装置は、例えば図1に示す如く、所定のエネルギー線（IL）でマスク（R）を均一に照明する照明光学系（28, 31, 33A, 33B, 41, 43）を有し、そのマスク（R）のパターンを感光基板（W）上に露光する露光装置において、その照明光学系中に配置され、そのエネルギー線を所定の透過率で透過させると共に、そのエネルギー線に応じた蛍光を発生する蛍光発生手段（40A, 40B）と、その発生された蛍光を光電変換する光電変換手段（44A, 44B）と、この光電変換により得られた信号に基づいてその感光基板（W）に対するその所定のエネルギー線の照射量を制御する制御手段（38）とを有するものである。

【0014】また、本発明の第2の露光装置は、例えば図1に示す如く、照明光（IL）を発生する光源（27）と、その照明光より複数の2次光源を形成する2次光源形成手段（31, 32, 33A, 33B）と、それら複数の2次光源からの照明光によりマスク（R）を均一に照明する集光光学系（41, 43）と、その照明光のもとでそのマスク（R）のパターンの像を感光基板（W）上に投影する投影光学系（PL）と、それら複数の2次光源からの照明光の光路中に配置され、それぞれその照明光を所定の透過率で透過させると共に、それら複数の2次光源の一つからの照明光に対応する蛍光を発生する複数の蛍光発生手段（40A, 40B）と、その発生された蛍光を光電変換する光電変換手段（44A, 44B）と、この光電変換により得られた信号に基づいてその感光基板（W）に対するその照明光の照射量を制御する制御手段（38）とを有するものである。

【0015】また、その第2の露光装置において、それら複数の2次光源からの照明光の強度を個別に調整する強度調整手段（34A, 35A, 34B, 35B）を設け、この強度調整手段により、その蛍光発生手段（40A, 40B）から発生された蛍光により検出されたそれら複数の2次光源のそれぞれからの個別の照明光の強度の比の値を所定の値に設定することが望ましい。

【0016】

【作用】斯かる本発明の第1の露光装置には、所謂変形

光源法(複数傾斜照明法)を用いた露光装置だけでなく、通常の照明法又は輪帯照明法等を用いた露光装置が広く含まれる。本発明では、その所定のエネルギー線(1L)の強度が透過型の蛍光発生手段(40A, 40B)からの蛍光の量によりモニターされる。従って、そのエネルギー線の光路上にエネルギー線を分岐するためのビームスプリッターを斜めに配置して、且つ感光基板(W)と共役な面を形成するための集光レンズを配置する場合と比較して、モニター機構が簡単であり、且つそのエネルギー線(1L)の光路上で占有するスペースを小さくできる。

【0017】また、蛍光発生手段(40A, 40B)の蛍光発生効率の経時変化は比較的小さいため、常に正確に感光基板(W)における露光量のモニターができる。また、その蛍光発生手段(40A, 40B)では、飽和現象が生じない範囲ではその所定のエネルギー線(1L)が透過するエネルギー量全体に比例した蛍光が発生されるので、そのエネルギー線の照度分布が均一でない場合でも、そのエネルギー線の全エネルギーに比例した信号が得られる。

【0018】また、第2の露光装置には、変形光源法を用いる露光装置が含まれるが、本発明によれば、光透過型の蛍光発生手段(40A, 40B)から発生される蛍光の強度を検出することにより、複数の2次光源のそれぞれからの照明光の強度をモニターすることができる。この場合、その照明光の光路上に蛍光発生手段(40A, 40B)を差し込むだけでよいので、複数の離散的に配置された2次光源を有してそれだけでも構成が複雑な照明光学系が更に複雑化するのが回避される。

【0019】更に、それら複数の2次光源からの照明光の強度を個別に調整する強度調整手段(34A, 35A, 34B, 35B)を設けた場合には、その蛍光発生手段(40A, 40B)から発生された蛍光によりそれら複数の2次光源のそれぞれからの個別の照明光の強度をモニターして、その強度調整手段により、例えばそれら複数の2次光源からの照明光の強度を等しくする。これにより、それら複数の2次光源からの照明光のバランスが最良になり、結像特性が向上する。

【0020】

【実施例】以下、本発明による露光装置の一実施例につき図1～図3を参照して説明する。本例は、例えば特開平4-101148号公報、特開平4-180613号公報に開示された複数傾斜照明法(変形光源法)でレチクルを照明する投影露光装置に本発明を適用したものである。図1は本例の投影露光装置を示し、この図1において、水銀ランプよりなる光源27から発生された照明光(露光光)1Lは、楕円鏡28の第2焦点に集光した後、折り曲げミラー29及びインプットレンズ30を経てほぼ平行光束になる。

【0021】そのインプットレンズ30から射出された

照明光は4角錐型(ピラミッド型)の凹部を有する多面体プリズム31に入射し、この多面体プリズム31から光軸AXを中心として光軸の周囲に等角度で分割されて射出された4個の光束はリレーレンズ32を経てそれぞれオプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ33A～33Dに入射する。図1ではフライアイレンズ33A及び33Bのみが示されているが、図1の紙面に垂直な方向に光軸を挟んで2個のフライアイレンズ33C及び33Dが配置されている。各フライアイレンズ33A～33Dの後側(レチクル側)焦点面bにそれぞれ面状の2次光源が形成される。

【0022】フライアイレンズ33A～33Dの後側焦点面bから射出された光束は、それぞれ遮光板36A～36D(図1には遮光板36A, 36Bのみが現れている)の内側を通過して透過型の蛍光式インテグレータ40A～40D(図1には蛍光式インテグレータ40A, 40Bのみが現れている)に入射する。蛍光式インテグレータ40A～40Dはそれぞれ照明光1Lに対して所定の透過率を有すると共に、飽和限界の範囲内で内部を通過する照明光1Lの強度に比例した蛍光を発生する。蛍光式インテグレータ40A～40Dは例えばガラス基板に、蛍光体(例えば亜鉛、マンガン、銀等の化合物、シアン化白金、硫酸キニネ、ベンゼン、アニリン、フルオレセイン又はエオシン等)を薄く塗布して形成される。更に蛍石や鉛ガラス等を蛍光式インテグレータ40A～40Dとして使用してもよい。また、フライアイレンズ33A～33Dから射出された光束はそれぞれ全て対応する蛍光式インテグレータ40A～40Dを通過する。なお、蛍光式インテグレータ40A～40Dから発生する蛍光は光量が少ないこと、補助コンデンサーレンズ41、ミラー42、主コンデンサーレンズ43及び投影光学系PLの光学的特性より蛍光の波長はウエハWへの透過率が極めて低いこと、更に蛍光はウエハWのレジストに対する感光性が弱い波長帯であること等により、その蛍光によりウエハWのレジストが感光することはない。

【0023】それら蛍光式インテグレータ40A～40Dを透過した照明光は、それぞれ補助コンデンサーレンズ41、ミラー42及び主コンデンサーレンズ43により集光されてレチクルRをほぼ均一な照度で照明する。そのレチクルRのパターン領域PAから発生した0次回折光及び1次回折光が、両側テレセントリックな投影光学系PLによりウエハW上に集光され、レチクルRのパターンがウエハWの各ショット領域に所定の縮小倍率Mで結像される。ウエハWはウエハホルダー45を介してウエハステージ19上に載置され、ウエハステージ19上のウエハWの近傍には照射量モニター20が固定されている。

【0024】図3はそれら蛍光式インテグレータ40A～40Dをレチクル側から見た正面図であり、この図3

7

8

に示すように、直交する座標系をx軸及びy軸で表すと、フライアイレンズ33A~33Dはそれぞれx軸及びy軸に45°で交差する軸に沿って配列されている。また、それらフライアイレンズ33A~33Dを覆うようにそれぞれ蛍光式インテグレート40A~40Dが配置されている。このような配置は、ミラー42での反射が無いものとして、レチクルR上のx軸に沿って配列されたライン・アンド・スペースパターン51及びy軸に沿って配列されたライン・アンド・スペースパターン52に対して特に有効であり、解像度が良好であると共に、投影光学系PLの焦点深度が深くなる。なお、フライアイレンズ33A~33Dの中心位置(光量分布の重心位置)はレチクルパターンのピッチ及び周期方向に応じて一義的に定められる。

【0025】図1に戻り、フライアイレンズ33A~33Dのレチクル側焦点面bは、レチクルRのパターン形成面のフーリエ変換面、即ち投影光学系PLの瞳面EPと共役な面の近傍に配置されている。また、個々のフライアイレンズ33A~33Dは可動部材に保持され、光軸AXに対して垂直な面内でそれぞれ独立に移動させることができる。同様に、遮光板36A~36Dも可動部材に固定され、フライアイレンズ33A~33Dの位置が変化すると、それに応じて遮光板36A~36Dの光軸AXに対して垂直な面内での位置が調整される。従って、遮光板36A~36Dは各フライアイレンズ33A~33Dの可変開口絞りとして機能する。それらフライアイレンズ33A~33D及び遮光部材36A~36Dの位置を制御するのが駆動系37である。なお、フライアイレンズ33A~33Dの各σ値(コヒーレンシーファクター)は0.1~0.3程度に定められる。

【0026】また、リレーレンズ32からフライアイレンズ33Aへの光路の途中に透過率が異なる2枚のフィルター板34A及び35Aを進退自在に配置する。即ち、リレーレンズ32からフライアイレンズ33Aへの光路では、照明光は全くフィルター板を通過しないか、又は1枚若しくは2枚のフィルター板を通過する。同様に、リレーレンズ32からフライアイレンズ33A~33Dへの光路の途中にそれぞれ透過率が異なる2枚のフィルター板34B, 35B~34D, 35D(フィルター板34C, 35C及び34D, 35Dは図1には現れていない)を進退自在に配置する。

【0027】フィルター板34A, 35A~34D, 35Dはそれぞれ吸光性のガラス板又は金網状のメッシュフィルター等より形成されている。また、フィルター板34A~34Dの透過率はそれぞれ例えば99%、フィルター板35A~35Dの透過率はそれぞれ例えば98%であり、2枚のフィルター板(例えばフィルター板34A及び35A)の組み合わせにより4種類の透過率が実現される。即ち、フィルター板を使用しないときの透過率は100%、フィルター板34Aのみを使用するとき

の透過率は99%、フィルター板35Aのみを使用するときの透過率は98%、2枚のフィルター板34A及び35Aを使用するときの透過率は約97%である。これらフィルター板34A, 35A~34D, 35Dの進退動作も駆動系37により制御される。

【0028】38は全体の動作を制御する主制御系を示し、オペレータはキーボード39等から主制御系38に制御コマンドを送る。また、照射量モニター20の出力信号を主制御系38に供給し、主制御系38は駆動系37の動作をも制御する。更に、蛍光式インテグレート40A~40Dに対して光軸AXから離れる方向にそれぞれフォトマルチプライア又はフォトダイオード等の光電変換素子44A~44D(図1では光電変換素子44A及び44Bのみが現れている)を配置し、これら光電変換素子44A~44Dの光電変換信号S1~S4を主制御系38に供給する。この際に、例えば蛍光式インテグレート40Aからの蛍光が光電変換素子44Aの他の光電変換素子44B~44Dに入射しないように、光軸AXの近傍に遮光板等を配置してもよい。また、蛍光式インテグレート40A~40Dと光電変換素子44A~44Dとの間にそれぞれ蛍光を効率的に伝達するための光ファイバー等のライトガイドを配置しても良い。

【0029】本例の露光動作につき説明する。まず、主制御系38は、ウエハWへの露光の準備工程として、光電変換素子44A~44Dの光電変換信号よりそれぞれ蛍光式インテグレート40A~40Dにおける蛍光の強度を検出し、これによりフライアイレンズ33A~33Dから射出される照明光の強度を個別に計測する。この計測結果に基づいて主制御系38は、フィルター板34A, 35A~34D, 35Dの進退を制御して、フライアイレンズ33A~33Dから射出される照明光の強度を等しくする。なお、各光電変換素子44A~44Dの出力信号は予め、例えば受光面の大きな基準の光電変換素子でそれぞれフライアイレンズ33A~33Dからの照明光を光電変換した信号でキャリブレーションしておいてもよい。

【0030】この場合、各フライアイレンズ33A~33Dは光軸AXに対して90°間隔で軸対称に配置されているので、各フライアイレンズ33A~33Dからの照明光の投影光学系PLの瞳面EPにおける像の照度分布の重心の位置ベクトルの総和(方向重心)は0となる。従って、投影光学系PLに対する照明光のテレセントリック性のずれが0となり、結像特性が最良の状態になる。但し、レチクルR上に形成されたパターンの方向性又は各方向に延びたパターンの存在比率等に応じて、各フライアイレンズ33A~33Dからの照明光の強度の比の値を任意の値に設定するようにしてもよい。

【0031】次に、主制御系38は例えばウエハステージ19上の照射量モニター20を投影光学系PLの露光領域に設定して、このときの照射量モニター20の出力

信号と各光電変換素子44A~44Bの出力信号の総和との比の値を求めておく。そして、実際にウエハWの各ショット領域への露光を行う際には、主制御系38は各光電変換素子44A~44Dの出力信号の総和から、そのウエハWのショット領域への積算露光エネルギーを計測し、この積算露光エネルギーが適正露光量に達したときに露光を停止する。これによりウエハWの各ショット領域への露光量の制御が行われる。

【0032】なお、図1において、例えば補助コンデンサーレンズ41とミラー42との間に透過型の蛍光板よりなる大面積の蛍光式インテグレート50を配置してもよい。この蛍光式インテグレート50からの蛍光を検出することにより、ウエハW上に向かう全照明光の光量をモニターすることができる。

【0033】次に、参考のため、図2を参照して、変形光源法(複数傾斜照明法)で解像度が向上し、且つ焦点深度が深くなる理由につき説明する。但し、簡単のため2光束の傾斜照明で説明する。図2において、レチクルR上に描画されたパターン47は図2の紙面に平行な方向にピッチPのライン・アンド・スペースパターンであるとする。まず、フライアイレンズ33Aのレチクル側焦点面bからの照明光L1は、コンデンサーレンズ系46を経て入射角 $\psi$ でレチクルRに入射する。これに応じてレチクルRのパターン47からは、0次回折光D0、 $\pm 1$ 次回折光Dp、Dm及びより高次の回折光成分が、パターンのピッチに応じて定まる方向に射出される。

【0034】照明光L1は両側テレセントリックな投影光学系PLの光軸AXに角度 $\psi$ だけ傾いてレチクルRに入射するので、0次回折光D0もまた光軸AXに対して角度 $\psi$ だけ傾いた方向に射出され、 $-1$ 次回折光Dmは0次回折光D0に対して光軸AX側に角度 $\theta_m$ だけ傾いてパターン47から射出され、 $+1$ 次回折光Dpは0次回折光D0に対して光軸AXから離れる方向に角度 $\theta_p$ だけ傾いて射出される。従って、 $+1$ 次回折光Dpは光軸AXに対して角度 $(\theta_p + \psi)$ の方向に進行し、 $-1$ 次回折光Dmは光軸AXに対して反対側に角度 $(\theta_m - \psi)$ の方向に進行する。照明光の波長を $\lambda$ とすると、それら回折角 $\theta_p$ 及び $\theta_m$ はそれぞれ次のようになる。

$$\sin(\theta_p + \psi) - \sin\psi = \lambda/P \quad (1)$$

$$\sin(\theta_m - \psi) + \sin\psi = \lambda/P \quad (2)$$

【0035】ここで、 $+1$ 次回折光Dp及び $-1$ 次回折光Dmの両方が投影光学系PLの瞳48を透過しているものとする。そして、レチクルRのパターン47が微細化してピッチPが小さくなり回折角が増大すると、先ず角度 $(\theta_p + \psi)$ の方向に進行する $+1$ 次回折光Dpが投影光学系PLの瞳面48の絞りを透過できなくなる。即ち、投影光学系PLの入射側の開口数をNA<sub>r</sub>とすると、 $\sin(\theta_p + \psi) > \text{NA}_r$ の関係になってくる。しかしながら、この場合でも $-1$ 次回折光Dmに関して

折光Dmは投影光学系PLの瞳48を通過する。

【0036】従って、ウエハW上には0次回折光D0と $-1$ 次回折光Dpとの干渉縞、即ちレチクルRのパターン47の像が形成される。このときの解像限界は、次式が成立するときである。

$$\sin(\theta_m - \psi) = \text{NA}_r \quad (3)$$

従って、レチクルRのパターン47のピッチPの転写可能な最小値P<sub>min</sub>は次のようになる。

$$\text{NA}_r + \sin\psi = \lambda/P_{\min} \quad (4)$$

$$P_{\min} = \lambda / (\text{NA}_r + \sin\psi) \quad (5)$$

【0037】一例として、(5)式の $\sin\psi$ を0.5×NA<sub>r</sub>程度に定めるとすれば、レチクルRのパターン47の転写可能な最小ピッチP<sub>min</sub>は次のようになる。

$$P_{\min} = \lambda / (\text{NA}_r + 0.5 \text{NA}_r) \\ = 2\lambda / (3 \text{NA}_r) \quad (6)$$

一方、投影光学系PLの瞳48上での照度分布が光軸AXを中心とする円形領域である従来の照明光学系の場合には、転写可能な最小ピッチP<sub>min</sub>は約 $\lambda/\text{NA}_r$ である。従って、傾斜照明により従来の露光装置より高い解像度が得られることが分かる。

【0038】次に、0次回折光D0と $-1$ 次回折光Dmとを用いてウエハW上に結像することにより、焦点深度も深くなる理由について説明する。図2において、投影光学系PLのレチクルRからウエハWへの倍率をM、ウエハWに対する0次回折光D0の入射角を $\alpha_0$ とすると、 $\sin\alpha_0 = \sin\psi/M$ である。また、 $-1$ 次回折光Dmの入射角を $\alpha_m$ とすると、 $\sin\alpha_m = \sin(\theta_m - \psi)/M$ である。この場合、 $\sin\psi \approx \sin(\theta_m - \psi)$ が成立している。従って、ウエハWの露光面のデフォーカス量を $\Delta F$ とすると、0次回折光D0による波面収差である $\Delta F \cdot \sin^2 \alpha_0 / 2$ と $-1$ 次回折光Dmによる波面収差である $\Delta F \cdot \sin^2 \alpha_m / 2$ とはほぼ等しくなり、焦点深度が増大する。

【0039】上述のように、複数傾斜照明方式の投影露光装置に本発明を適用すると、複雑な照明光学系を更にほとんど複雑化且つ大型化することなく、各2次光源からの照明光の強度を個別にモニターすることができ、その効果は大である。しかしながら、本発明は図4のような通常の照明方式の露光装置にも適用できる。図4の場合には、例えばフライアイレンズ12と第1リレーレンズ14との間の極めて小さいスペースに1枚の蛍光式インテグレートを配置するだけで、露光量制御を行うことができる。また、本発明はプロキシミティ方式の露光装置で露光量の制御を行う場合等にも同様に適用することができる。このように、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0040】

【発明の効果】本発明の第1の露光装置によれば、所定のエネルギー線の光路に例えば比較的薄い蛍光発生手段

11

をほぼ光軸に垂直に配置するだけでよいので、そのエネルギー線の光路上で大きなスペースを占有することなく比較的簡単な構成でそのエネルギー線の強度をモニターできると共に、そのモニター量の経時変化が比較的少ない利点がある。

【0041】また、第2の露光装置によれば、照明光学系をほとんど更に複雑化することなく、各2次光源からの照明光の強度を個別にモニターできる利点がある。また、それら複数の2次光源からの照明光の強度を個別に調整する強度調整手段を設けた場合には、それら複数の2次光源からの照明光の強度の比の値を露光するパターンに応じて最適な値に設定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の投影露光装置の全体を示す構成図である。

【図2】変形光源法（複数傾斜照明法）の原理説明図である。

【図3】図1のフライアイレンズ33A等及び蛍光式イ

12

ンテグレータ40A等の配置を示す正面図である。

【図4】従来の投影露光装置の全体を示す構成図である。

【符号の説明】

R レチクル

PL 投影光学系

W ウエハ

20 照射量モニター

27 光源

31 多面体プリズム

32 リレーレンズ

33A, 33B フライアイレンズ

34A, 35A, 34B, 35B フィルター板

36A, 36B 遮光板

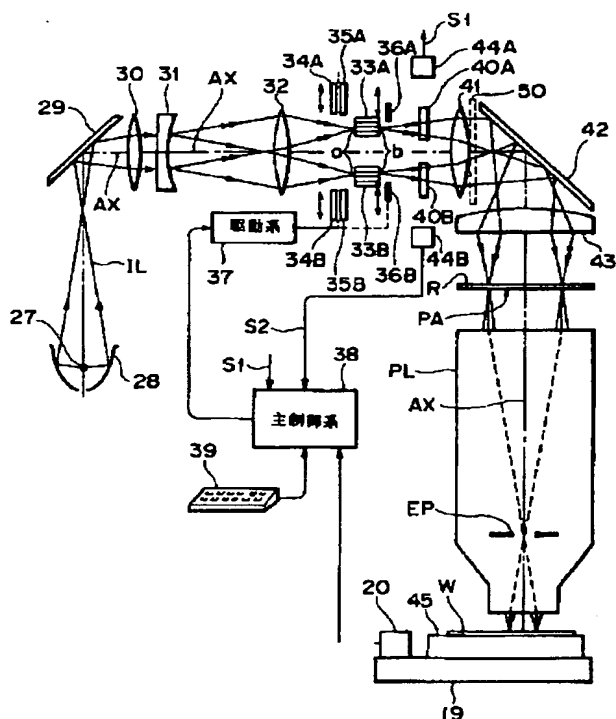
38 主制御系

40A, 40B 蛍光式インテグレータ

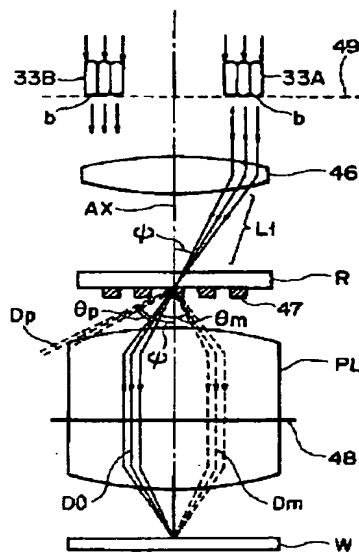
43 主コンデンサーレンズ

44A, 44B 光電変換素子

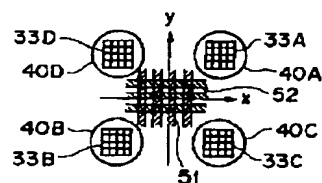
【図1】



【図2】

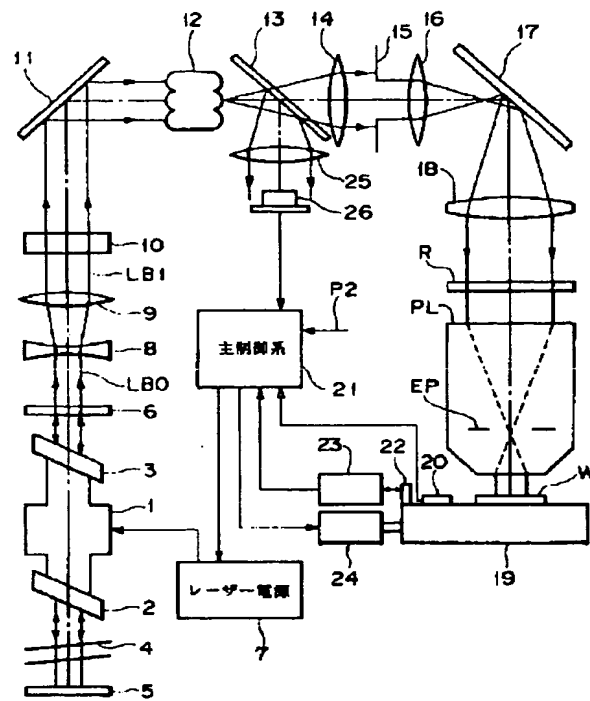


【図3】





【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**